

文章编号: 1008 - 2786 - (2013) 1 - 18 - 07

南方喀斯特石漠化分区的名称商榷与环境特点

王世杰^{1 3}, 张信宝^{2 3}, 白晓永^{1 3}

(1. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002; 2. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 3. 中国科学院普定喀斯特生态系统观测研究站, 贵州 普定 562100)

摘 要: 阐明了锥、塔峰等热带喀斯特地貌发育的适宜的气候和地质地貌条件, 论述了我国南方喀斯特地区喀斯特地貌空间分布与气候和地质地貌条件的关系。针对现行《石漠化分区》命名存在的科学系统性问题, 对石漠化分区的命名系统提出了修改意见: 将我国南方喀斯特地区分为锥、塔峰喀斯特地貌区和非锥、塔峰喀斯特地貌区 2 个区。锥、塔峰喀斯特地貌区 根据喀斯特地貌类型分为浅碟型峰丛洼地、漏斗型峰丛洼地和峰林平原等 3 个亚区, 分别对应原《石漠化分区》的岩溶高原区、峰丛洼地区和峰林平原区。非锥、塔峰喀斯特地貌区 根据区域地貌类型分为高原盆地、高原峡谷、高原和中低山槽谷、中高山和中低山等 5 个亚区, 分别对应原石漠化分区的岩溶断陷盆地、岩溶峡谷区、岩溶槽谷区、中高山区和溶丘洼地(槽谷) 区。鉴于热带喀斯特地貌区裸露性喀斯特坡地分布广、石漠化严重, 特别是漏斗型峰丛洼地亚区裸露性喀斯特坡地面积比例高, 是南方喀斯特地区石漠化最为严重的地区, 也是集中连片的国家级贫困区, 建议南方石漠化治理向黔桂滇接壤的漏斗型峰丛洼地亚区倾斜。

关键词: 喀斯特; 地貌; 区域分异; 石漠化

中图分类号: P642. 22

文献标志码: A

国务院 2008 年批复的《岩溶地区石漠化综合治理规划大纲》(中国国际工程咨询公司 2007 年编制) 提出了我国南方石漠化治理工程分区(以下简称《石漠化分区》)。《石漠化分区》综合考虑了岩溶(喀斯特) 地质地貌、水文结构特征、生态环境条件、石漠化成因与治理措施等方面的相似性, 借鉴了我国现有的地理气候区划、社会经济及行政区划等成果资料, 将南方喀斯特地区分为中高山、岩溶断陷盆地、岩溶高原、岩溶峡谷、峰丛洼地、岩溶槽谷、峰林平原和溶丘洼地等 8 个石漠化综合治理区(图 1) ^[1]。《石漠化分区》描述了各区环境和石漠化的特点, 评价了各区石漠化的可治理性, 提出了相应的治理措施。

2005 年, 曹建华和袁道先的《受地质条件制约的中国西南岩溶生态系统》一书首次提出了中国西南岩溶生态系统生态区(以下简称《生态区》) 的划分^[2]。根据大地构造和地貌格局, 结合碳酸盐岩分布和岩溶发育的特征, 将西南岩溶类型分为 5 大区(图 2): I. 构造隆起带岩溶生态区; II. 湘桂沉降带岩溶生态区; III. 四川盆地岩溶生态区; IV. 滇东断陷盆地及周边山地岩溶生态区; V. 川西北中高山岩溶生态区。对比《石漠化分区》和《生态区》可见, 《石漠化分区》中的岩溶槽谷区、岩溶高原区和峰丛洼地区大体上分别是《生态区》中的构造隆起带岩溶生态区的北部、中部和南部; 其中岩溶槽谷区含四川盆地岩溶生态区的东部。溶丘洼地(槽谷) 区和峰

收稿日期(Received date): 2012 - 12 - 20; 改回日期(Accepted): 2012 - 12 - 30。

基金项目(Foundation item): 国家 973 项目(2013CB956702), 中国科学院战略性先导科技专项重大课题(XDA05070400), 国家自然科学基金项目(41001162), 贵州省科技计划(黔科合重大专项字(2012) 6015 号)。[Financially supported by 973 Program (Grant Nos. 2013CB956702), the Strategic Priority Research Program — Climate Change: Carbon Budget and Related Issues of the Chinese Academy of Sciences (Grant No. XDA05070400), the National Natural Science Foundation of China (Grant No. 41001162), and Major special plan of science and technology and Social Development Scientific Research Programs of Guizhou (Grant No 2011 - 3076) .]

作者简介(Biography): 王世杰(1966 -), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事喀斯特生态环境研究 [Wang Shijie(1966 -), male, professor, doctoral supervisor, specialized in karst environment.] E-mail: wangshijie@vip. skleg. cn]

注: 喀斯特即岩溶, 但本文喀斯特和岩溶的名词统一问题难以完全处理, 因引用文献所用的名词不一致。

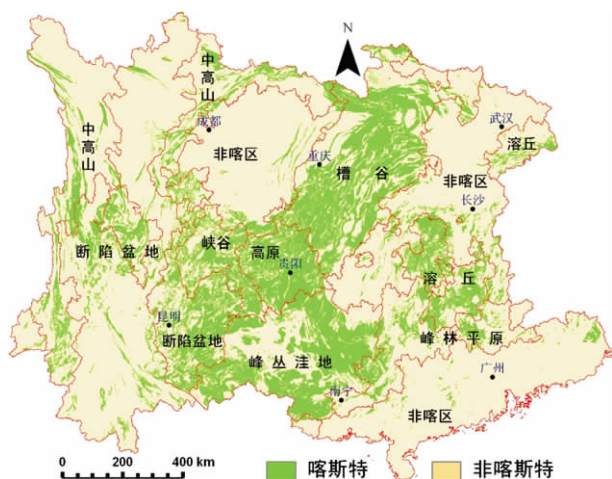
图1 中国南方石漠化治理工程分区图^[1]

Fig. 1 Regional divisions for the control project of karst land desertification in south China

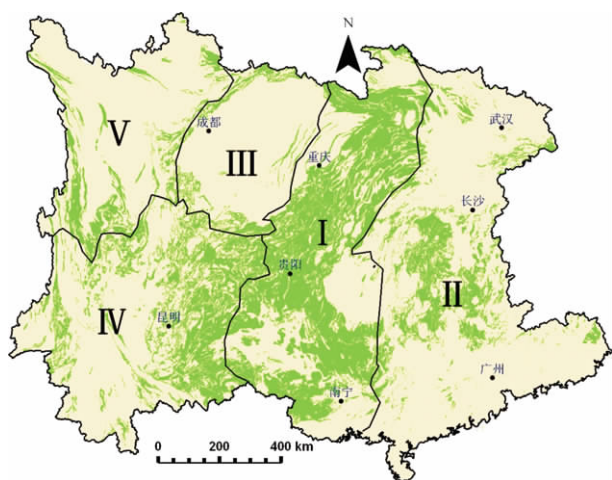
图2 中国西南岩溶生态系统生态区空间分布图^[2]

Fig. 2 Spatial distribution of karst ecosystem zones in southwest China

林平原大体上分别是湘桂沉降带岩溶生态区的北部和南部。中高山区包括川西北中高山岩溶生态区、滇东断陷盆地及周边山地岩溶生态区西部和四川盆地岩溶生态区的西部。岩溶峡谷区是北盘江一带的构造隆起带岩溶生态区和滇东断陷盆地及周边山地岩溶生态区结合部位。岩溶断陷盆地区是滇东断陷盆地及周边山地岩溶生态区的东部。

和《生态区》相比,《石漠化分区》更加重视了喀斯特地貌形态的区域分异,分区名称上出现了“峰丛洼地”、“峰林平原”和“溶丘洼地”等喀斯特地貌名词。笔者近年来从事西南喀斯特地区石漠化和水土流失的研究,广泛考察了南方喀斯特地区的喀斯特地貌、水土流失和石漠化,认为《石漠化分区》基

本反映了南方喀斯特地貌和石漠化的区域分异。本文从喀斯特地貌受地质地貌和气候因素影响的角度,阐明南方喀斯特地貌的区域分异,进一步论证《石漠化分区》的合理性;此外,对分区的名称提出了商榷意见,补充描述了各区的环境特点。

1 南方喀斯特地貌的区域分异

锥、塔峰和常态山是两种喀斯特丘陵地貌类型。锥、塔峰被称为热带喀斯特地貌,分布于热带和亚热带地区。锥峰形似金字塔(白云岩锥峰顶部浑圆),坡地平均坡度 30° 左右,坡地上部较陡,下部坡麓较缓。塔峰上部为塔柱,塔柱陡立,坡度多 $>60^{\circ}$,下部为塔裙,坡地平均坡度 30° 左右。锥、塔峰常常聚合组成壮观的峰丛(林),总的来说贵州岩溶高原多锥峰,广西峰林平原多塔峰。常态山不是热带喀斯特地貌,各气候带均有分布^[3-12]。除湿热气候条件外,峰丛和峰林地貌的形成还需要适宜的岩性、岩层产状和地形条件,如厚度较大的碳酸盐岩层,产状水平的岩层,长期稳定的较平坦地形等^[3-12]。由于气候原因,我国北方喀斯特地区无锥、塔峰等典型热带喀斯特地貌发育^[7]。笔者在《锥峰和塔峰溶丘地貌的表层喀斯特带径流溶蚀形成机制》一文中^[12],提出了锥、塔峰地貌形成的表层岩溶带径流溶蚀动力学机制,解释了典型热带喀斯特地貌发育必须的地质地貌和气候条件。

我国南方喀斯特地区锥、塔峰等典型热带喀斯特地貌的分布见图3。由图可见,锥、塔峰集中连片

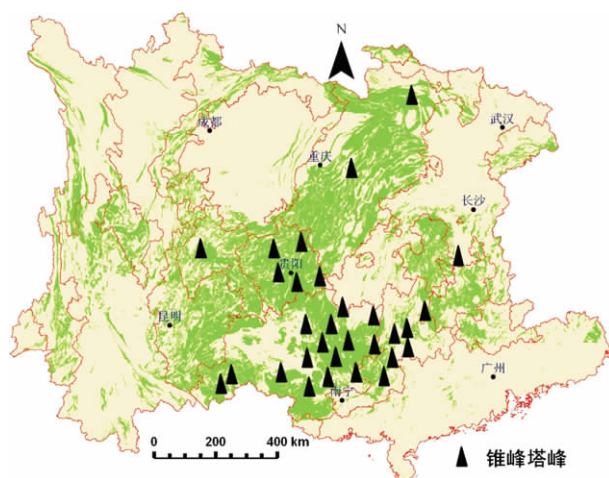
图3 中国南方喀斯特地区锥、塔峰分布略图^[13]

Fig. 3 A sketch map of spatial distribution of cone and tower karst hills in south China

分布于岩溶高原、峰丛洼地和峰林平原区。位于贵州中部的岩溶高原区,为浅碟型峰丛洼地地貌;位于贵州高原向广西盆地过渡的斜坡地带的峰丛洼地区,为漏斗型峰丛洼地地貌;主要位于广西丘陵平原的峰林平原区,为峰林平原地貌。锥、塔峰地貌也零星分布于岩溶槽谷区、溶丘洼地区和岩溶峡谷区,但中高山区和岩溶断陷盆地区无分布^[1-2,11-12]。

2 喀斯特地貌区域分异的主控因素

前人多从地貌演化和地质构造的角度解释南方喀斯特地貌的区域分异^[9,12,14]。如长期以来,一直用喀斯特地貌演化理论解释云南东部的石芽→贵州高原的峰丛→贵州高原—广西丘陵平原过渡地带的峰林→广西丘陵平原的孤峰的喀斯特地貌区域分异,被认为分别对应喀斯特地貌发育的幼年期、青年期、壮年期和老年期^[14]。新构造运动隆升强烈和褶皱构造分别用以解释中高山区和槽谷区锥、塔峰喀斯特地貌不发育的原因。华南地区碳酸盐岩地层分布零星,锥、塔峰喀斯特地貌少见。毋庸讳言,前人在解释南方喀斯特地貌区域分异时,未重视区域内的气候分异对喀斯特地貌发育的影响。

我国南方喀斯特地区大地构造分区和石漠化分区的叠加见图4。据李大通等,南方喀斯特地区分属扬子区(I)、江南区(II)、华南区(III)、秦岭区(IV)和藏北—滇西区的滇西分区(V)^[2]。扬子区范围和扬子准地台相当,该准地台固结于新元古代,震旦系—三叠系均有碳酸盐岩地层分布,总厚度数千千米。扬子准地台大部地区碳酸盐岩地层产状基本水平,但和岩溶槽谷区范围大体一致的川黔褶皱带(I'),背/向斜两侧地层倾角较大,多 $>30^\circ$ 。华南区属华南加里东地槽区,该地槽区加里东运动后处于地台发育阶段。桂中及以西地区泥盆系—二叠系碳酸盐岩几乎是无间断的连续沉积,厚度可达数千千米;以东地区零星分布。三叠系碳酸盐岩分布大为逊色,主要分布于桂中、桂西南和湘南、粤北地区。碳酸盐岩地层产状基本水平。江南区介于扬子区与华南区之间,碳酸盐岩沉积兼具两区特点。秦岭区和藏北—滇西区的滇西分区为多旋回地槽区,印支运动后结束地槽阶段。除秦岭(鄂北)地区中泥盆统—上二叠统的连续沉积的碳酸盐岩外,多为碳酸盐岩与碎屑岩交互沉积,岩层褶皱强烈,极少产状基本水平的碳酸盐岩层。由大地构造分区和石漠化分区的叠加可见,中高山区属秦岭区和藏北—滇西区

的滇西分区,缺少产状水平的厚层碳酸盐岩地层分布的地质条件,是该区无锥、塔峰喀斯特地貌发布的主控因素。溶丘洼地区位于华南区的东部,该区锥、塔峰喀斯特地貌不发育,碳酸盐岩分布零星的地质条件是其主控因素。粤北英德和湘南郴州等地碳酸盐岩分布地区,有少量锥、塔峰喀斯特地貌分布。岩溶槽谷区的范围大致和扬子准地台川黔褶皱带相当,该区锥、塔峰喀斯特地貌不发育,碎屑岩出露较多和大部分碳酸盐岩层产状倾斜的地质条件是其主控因素。碳酸盐岩层产状水平的槽型向斜核部,有少量锥、塔峰喀斯特地貌分布。

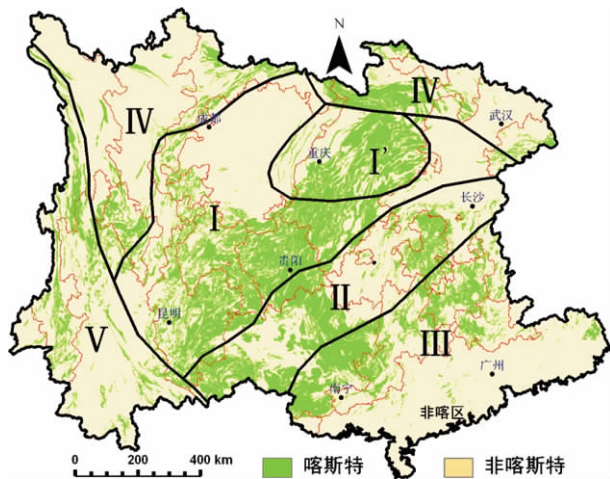


图4 中国南方喀斯特石漠化分区与大地构造分区的叠加^[2]

Fig. 4 Superimposition of regional divisions of karst land desertification on geotectonic divisions in south China

其余的岩溶高原、峰丛洼地、峰林平原、岩溶峡谷和岩溶断陷盆地等5个区,位于扬子区(不包括川黔褶皱带)、江南区和华南区,地质上的共同特点是碳酸盐岩层厚度大,分布连续,产状水平。其中的岩溶高原、峰丛洼地和峰林平原区,锥、塔峰喀斯特地貌分布广泛,是我国热带喀斯特地貌的主要分布区,主导喀斯特地貌分别是浅碟状峰丛洼地、漏斗状峰丛洼地和峰林平原。岩溶断陷盆地无锥、塔峰喀斯特地貌分布,岩溶峡谷区的层状地形面上有锥、塔峰喀斯特地貌少量分布。显然,地质构造不是这几个区喀斯特地貌区域分异的主控因素。岩溶峡谷区锥、塔峰喀斯特地貌不发育,是南、北盘江及其主要支流挽近地质时期的强烈下切,没有足够长的地形稳定期的缘故。岩溶断陷盆地无锥、塔峰喀斯特地貌分布,多为覆盖型和埋藏型喀斯特。溶丘顶部的土层侵蚀流失后,石芽出露,常常形成千姿百态的石

林景观,如云南路南的石林。岩溶断陷盆地区和岩溶高原区同属扬子地台区,都具有碳酸盐岩层厚度大、分布连续、产状水平的特点,地质构造显然不是无锥、塔峰喀斯特地貌分布的原因。植被分区和石漠化分区的叠加可见图5,岩溶断陷盆地区位于中国植被区划的《西部亚热带半湿润常绿阔叶林亚区(IVB)》内,岩溶高原、峰丛洼地和峰林平原区均位于《东部亚热带湿润常绿阔叶林亚区(IVA)》内^[15]。两个植被亚区的分界线和岩溶断陷盆地区的东部界线大致吻合,也就是气象学的云贵准静止锋的位置^[16]。准静止锋以西为西南季风气候区,半湿润干湿季交替气候,年降水量多<1 000~1 200 mm;以东为东亚季风气候区,湿润的四季分明气候,年降水量多在1 000~1 200 mm。半湿润干湿季交替气候条件下,不可能发育锥、塔等典型的热带喀斯特地貌,因此岩溶断陷盆地区无此类喀斯特地貌分布,多为覆盖型和埋藏型喀斯特,溶丘顶部石芽出露,形成石林景观。这里须指出的是,西南地区的喀斯特地貌上是晚近地质时期形成的,第四纪以来气候冷暖波动,第四纪暖期气候更有利于锥、塔等热带喀斯特地貌的形成。

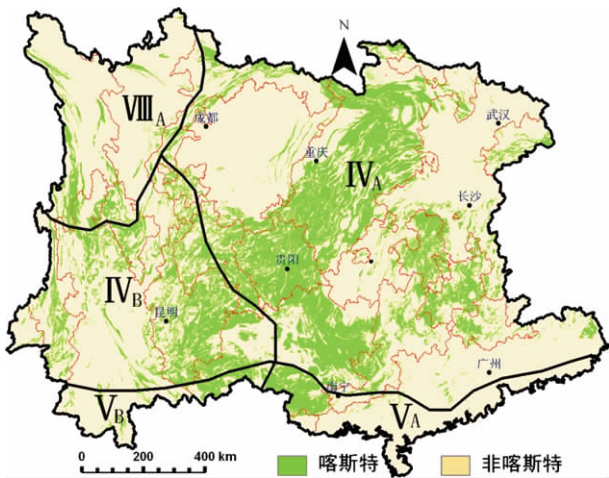


图5 中国南方喀斯特石漠化分区和植被分区的叠加^[15]

Fig. 5 Superimposition of regional divisions of karst land desertification on vegetation zones in south China

笔者认为,浅碟型峰丛洼地地貌→漏斗型峰丛洼地地貌→峰林平原地貌的由北向南的变化,是地貌格局(文献^[17])和气候(图6)^[18]共同影响的结果。由北向南,浅碟型峰丛洼地亚区位于我国地势的第二阶梯,漏斗型峰丛洼地亚区位于第二和第三阶梯的过渡地带,峰林平原亚区位于第三阶梯(图

7);年降水量也呈逐渐增加的趋势,从1 200 mm 增加到>1 800 mm。

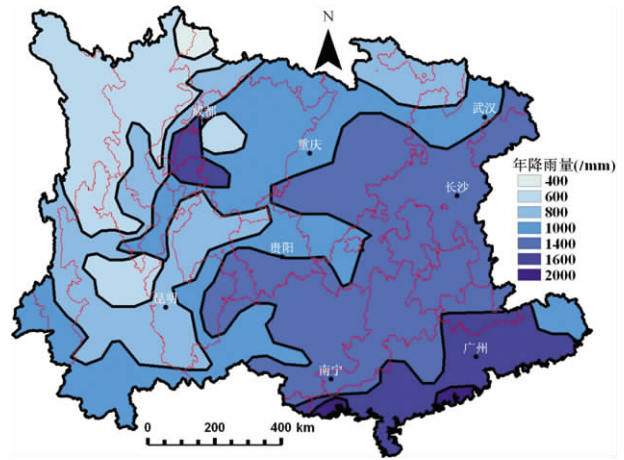


图6 中国南方喀斯特石漠化分区与年降水量空间变化^[18]

Fig. 6 Regional divisions of karst land desertification and spatial variations of annual precipitation in south China

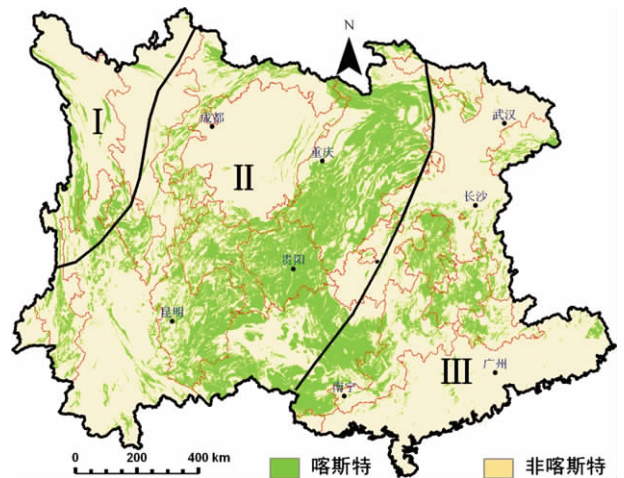


图7 中国南方喀斯特石漠化分区与地貌阶梯^[17]

Fig. 7 Regional divisions of karst land desertification and geomorphic ladders in south China

3 石漠化分区命名的修改意见和分区环境特点

自然地理和生态环境等区划的分区名称反映了对一个区域相关自然现象的认知,是某一时期科学认知的高度概括。《岩溶地区石漠化综合治理规划大纲》没有阐明《石漠化分区》命名系统的科学思路,现行《石漠化分区》名称采用一些构造地质、宏观地貌和喀斯特地貌的名词,如断陷盆地、高原、和峰丛洼地等,科学系统性有所欠缺。如岩溶高原、中高山等宏观地貌名词和峰丛洼地等微观地貌单元名

词并列为同级分区名称显然是不恰当的; 断陷盆地地质名词和高原、中高山等地貌名词并列为同级分区名称更为不妥。

好的分区命名系统要有严密的科学思路, 石漠化分区名称不但高度概括, 还要深入浅出地反映喀斯特环境分区特点, 有利于社会各界认识南方喀斯特地区的石漠化发生条件和危害特点。为此, 笔者建议修改现行的分区名称, 具体修改意见如下: 首先根据锥、塔峰等热带喀斯特地貌是否发育, 将我国南方喀斯特地区分为锥、塔峰喀斯特地貌区和非锥、塔峰喀斯特地貌区两个区。锥、塔峰喀斯特地貌区 根

据喀斯特地貌的类型, 再分为浅碟型峰丛洼地、漏斗型峰丛洼地和峰林平原等 3 个亚区, 分别对应原石漠化分区的岩溶高原区、峰丛洼地区和峰林平原区。非锥、塔峰喀斯特地貌区, 根据区域地貌类型, 再分为高原盆地、高原峡谷、高原和中低山槽谷、中高山和中低山等 5 个亚区, 分别对应原石漠化分区的岩溶断陷盆地、岩溶峡谷区、岩溶槽谷区、中高山区和溶丘洼地(槽谷)区(表 1)。

各亚区的喀斯特地貌特点、大地构造、地貌格局和气候等喀斯特地貌形成的背景条件与自然植被和土被状况, 见表 1。

表 1 南方喀斯特地区石漠化分区新命名系统和分区环境特点

Table 1 New nomenclature of karst land desertification and environment characteristics of the regional divisions in south China

区	亚区(代码) /原分区名称	大地构造	宏观地貌	气候和植被	喀斯特地貌特点	喀斯特坡地类型
锥、塔峰喀 斯特地貌 区(I)	浅碟型峰丛洼地 亚区(I 1)/(喀 斯特高原区)	杨子准地 台	第二级阶梯(云 贵高原)	中亚热带东亚季风气候; 中亚热带湿润常绿阔叶 林。	锥峰为主的浅碟型 峰丛洼地	上部裸露型、中部 半裸露型、下部覆 盖性喀斯特。
	漏斗型峰丛洼地 亚区(I 2)/(峰 丛洼地区)	杨子准地 台、华南加 里东褶皱 带	云贵高原和广西 丘陵平原过渡的 大斜坡地带	中、南亚热带东亚季风气 候; 中、南亚热带湿润常绿 阔叶林。	锥峰为主的漏斗型 峰丛洼地	同上, 裸露型面积 比例增大, 覆盖型 降低。
	峰林平原亚区 (I 3)/(峰林平 原)	华南加里 东褶皱带 西部	第三级阶梯(广 西丘陵平原)	南亚热带东亚季风气候; 南亚热带湿润季风常绿阔 叶林。	塔峰为主的峰林平 原	同上, 裸露型面积 比例更大, 覆盖型 更小。
非锥、塔峰 喀斯特地 貌区(II)	高原盆谷亚区 (II 1)/(喀斯特 断陷盆地)	杨子准地 台	第二级阶梯(云 贵高原)	亚热带半湿润西南季风气 候; 亚热带半湿润常绿阔 叶林。	断陷盆地、宽谷; 常 态山。	覆盖型和埋藏型喀 斯特为主, 丘顶时 有石芽出露。
	高原峡谷亚区 (II 2)/(喀斯特 峡谷区)	杨子准地 台	第二级阶梯(云 贵高原内的南、 北盘江河谷地 带)	亚热带湿润、半湿润气候; 亚热带湿润、半湿润常绿 阔叶林。	河流深切峡谷; 常 态山, 夷平面有锥 峰峰丛发育。	裸露型喀斯特为 主, 夷平面上的丘 陵坡地下部为覆盖 型喀斯特。
	高原与中低山槽 谷亚区(II 3)/ (喀斯特槽谷区)	杨子准地 台的川黔 褶皱带	第二级阶梯和与 第三级阶梯的过 渡地带(云贵高 原和武陵山、巫 山)	中亚热带东亚季风气候; 中亚热带湿润常绿阔叶 林。	褶皱构造形成的槽 谷; 常态山, 岭顶和 谷地有锥峰峰丛发 育。	覆盖型喀斯特为 主, 少量分布的锥 峰, 丘坡土被状况 同浅碟型峰丛洼地 亚区。
	中高山亚区(II 4)/(中高山区)	秦岭、滇西 多旋回地 槽区	第一级阶梯与第 二级阶梯的过渡 地带	寒温带-亚热带干热河谷 立体气候; 寒温带高山草 甸-温带森林-亚热带干 热河谷席树灌木植被。	新构造强烈隆升的 中高山山地; 常态 山。	覆盖型喀斯特为 主, 少量裸露型
	中低山亚区(II 5)/(喀斯特洼地 (槽谷)区)	华南加里 东褶皱带 东部	第三阶梯	东亚季风气候, 中、南亚热带气候	中低山地、丘陵	覆盖型和裸露型喀 斯特为主

注: 表中的杨子准地台, 为不含川黔褶皱带的杨子准地台。

4 结语

1. 锥、塔峰等热带喀斯特地貌的发育 除热带和亚热带湿热的气候条件外,还需要适宜的地质地貌条件,如厚度较大的碳酸盐岩层,产状水平的岩层,长期稳定的较平坦地形等。由于适宜的气候和地质地貌条件,南方喀斯特地区的锥、塔峰集中连片分布于岩溶高原、峰丛洼地和峰林平原区;由于气候条件不适宜,中高山和岩溶断陷盆地区无锥、塔峰热带喀斯特地貌分布;气候条件虽适宜,但地质地貌条件适宜地段很少,锥、塔峰地貌仅零星分布于岩溶槽谷、溶丘洼地和岩溶峡谷区。

2. 针对《石漠化分区》名称存在的科学系统性问题,对石漠化分区的命名系统提出了如下的修改意见:首先根据锥、塔峰等热带喀斯特地貌是否发育,将我国南方喀斯特地区分为锥、塔峰喀斯特地貌区和非锥、塔峰喀斯特地貌区两个区。锥、塔峰喀斯特地貌区根据喀斯特地貌的类型,再分为浅碟型峰丛洼地、漏斗型峰丛洼地和峰林平原等3个亚区,分别对应原石漠化分区的岩溶高原区、峰丛洼地区和峰林平原区。非锥、塔峰喀斯特地貌区根据区域地貌类型分为高原盆谷、高原峡谷、高原和中低山槽谷和中高山和中低山等5个亚区,分别对应原石漠化分区的岩溶断陷盆地区、岩溶峡谷区、岩溶槽谷区、中高山区和溶丘洼地(槽谷)区。

3. 石漠化主要发生于裸露性喀斯特坡地和部分土被厚度不大的覆盖性喀斯特坡地。锥、塔峰喀斯特地貌区(I)裸露性喀斯特坡地分布广,石漠化严重,其中的漏斗型峰丛洼地亚区(I2)裸露性喀斯特坡地面积比例高,是南方喀斯特地区石漠化最为严重的地区,也是集中连片的国家级贫困区。建议南方石漠化治理向黔桂滇接壤的漏斗型峰丛洼地亚区(I2)倾斜。

参考文献(Reference)

[1] Wu Xiebao, Sun Jilin, Lin Qiong et al. Research on division treatment to eco-construction of karst rock deserted land in southwest China karst area[J]. *Carsologica Sinica* 2009, 28(4): 391-396 [吴协保, 孙继霖, 林琼, 等. 我国西南岩溶石漠化土地生态建设分区治理思路与途径探讨[J]. *中国岩溶* 2009, 28(4): 391-396]

[2] Cao Jianhua, Yuan Daoxian. Karst ecosystem constrained by geological conditions in southwest China[M]. Beijing: Geological Press, 2005 [曹建华, 袁道先. 受地质条件制约的中国西南岩溶生态系统[M]. 北京: 地质出版社, 2005]

[3] Sweeting M M. Karst landforms[M]. London: Macmillian, 1972

[4] Brook G A, Ford D C. Origin of labyrinth and tower karst and climatic conditions necessary for their development[J]. *Nature*, 1978, 275: 493-496

[5] Xiong K N. Morphometry and evolution of fenglin karst in the Shuicheng area, western Guizhou, China[J]. *Zeitschrift fur Geomorphologie*, 1992, 36: 227-248

[6] Williams P W. Geomorphic inheritance and the development of tower karst[J]. *Earth surface processes and landforms*, 1987, 12(5): 453-465

[7] Yuan Daoxian. Karst in southwest China and its comparison with karst in north China[J]. *Quaternary Sciences*, 1992, 4: 352-361 [袁道先. 中国西南部的岩溶及其与华北岩溶的对比[J]. 第四纪研究, 1992, 4: 352-361]

[8] Yuan Daoxian. Karst in China[M]. Beijing: Geological Press, 1993 [袁道先. 中国岩溶学[M]. 北京: 地质出版社, 1993]

[9] Zhu Xuewen. Discussions on fenglin karst in China[J]. *Carsologica Sinica* 2009, 28(2): 155-168 [朱学稳. 我国峰林喀斯特的若干问题讨论[J]. *中国岩溶* 2009, 28(2): 155-168]

[10] Yu Jinbiao, Yang Lizheng, Zhang Haisheng, et al. Typical research on development law of karst[M]. Beijing: Scientific Press, 1990 [俞锦标, 杨立铮, 章海生, 等. 中国喀斯特发育规律典型研究[M]. 北京: 科学出版社, 1990]

[11] Song Lin-hua. Progress and trend of karst geomorphology study[J]. *Progress in Geography* 2000, 19(30): 193-202 [宋林华. 喀斯特地貌研究进展与趋势[J]. *地理科学进展* 2000, 19(3): 193-202]

[12] Zhang Xinbao, Liu Zaihua, Wang Shijie et al. Dynamic mechanism of runoff corrosion in the Epikarst Zone on the formation of cone and tower karst landforms[J]. *Journal of Mountain Science* 2011, 29(5): 529-533 [张信宝, 刘再华, 王世杰, 等. 锥峰和塔峰溶丘地貌的表层喀斯特带径流溶蚀形成机制[J]. *山地学报*, 2011, 29(5): 529-533]

[13] Yang Mingde. Composition and evolution of karst landforms in the Guizhou Plateau in Geomorphology committee[G]//Chinese Geography Society. Karst landforms and caves. Beijing: Scientific Press, 1990 [杨明德. 贵州高原喀斯特地貌的结构及演化规律[G]//中国地貌学会地貌专业委员会. 喀斯特地貌与洞穴. 北京: 科学出版社, 1990]

[14] Song Linhua. Progress and trend of karst geomorphology study[J]. *Progress in Geography* 2000, 19(3): 193-202

[15] Ren Meie, Liu Zhenzhong. Introduction to karst[M]. Beijing: The Commercial Press, 1983 [任美铎, 刘振中. 岩溶学概论[M]. 北京: 商务印书馆, 1983]

[16] Sun Shizhou. Concerning the vegetation Chinese regionalization map as a part of in the natural geographical atlas of the People's Republic of China[J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 1998, 22(6): 523-537 [孙世洲. 关于中国国家自然地图集中的中国植被区划图[J]. *植物生态学报*, 1998, 22(6): 523-537]

[17] Wang Shaowu, Zhao Zongci, Gong Daoyi et al. Conspectus of modern climatology[M]. Beijing, meteorological Press, 2005 [王绍武, 赵宗慈, 龚道溢, 等. 现代气候学概论[M]. 北京: 气象出版

- 社 2005]
- [18] Yan Qinshang Zeng Shaoxun. Geomorphology [M]. Beijing: Higher Education Press 2007 [严钦尚, 曾绍璇. 地貌学 [M]. 北京: 高等教育出版社 2007]
- [19] Precipitation map. baike [OL]. baidu ,baike. baidu. com/view/1349158. htm [降水量图. 百度百科 [OL]. baike. baidu. com/view/1349158. htm]

Discussion on Nomenclature of the Karst Desertification Regions and Illustration for Their Environment Characteristics in Southwest China

WANG Shijie^{1 3}, ZHANG Xinbao^{2 3}, BAI Xiaoyong^{1 3}

(1. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China;

2. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;

3. Karst Ecosystem Observation Research Station in Puding, Chinese Academy of Sciences, Puding 562100, Guizhou, China)

Abstract : Suitable climatic, geological and geomorphologic conditions for tropical karst landforms, such as cone and tower karst hills, are illustrated and the relationship of spatial distribution of cone and tower karst hills with those conditions in the karst areas of Southwest China. Aiming at the problem of scientific systems on the standing nomenclature of “karst desertification division”, some modification suggestions for the nomenclature are put forward: the karst areas in southwest China are divided into two regions: the cone and tower karst region and the non-cone and tower karst region. According to the karst morphology, the cone and tower karst region is further divided into three subregions: the Peak – Cluster Depression region of shallow dish type; the Peak – Cluster Depression region of funnel type; and the peak forest plain region. Those subregions are correspondent to the karst plateau region, the Peak – Cluster Depression region and the peak forest plain region, respectively. According to the regional landforms, the non-cone and tower karst region is further divided into five subregions: the plateau basin valley region; plateau gorge valley region; the plateau and mid-low mountain trough valley region; the high-mid plateau region; and the mid-low mountain region, respectively.

Key words: karst; geomorphology; regional variation; karst land desertification